

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-308543

(43) 公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 41/107

識別記号

F I

H 0 1 L 41/08

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-118378

(22) 出願日 平成9年(1997)5月8日

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(71) 出願人 591171057

富川 義朗

山形県米沢市林泉寺2丁目2番3-1号

(72) 発明者 大西 一正

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(72) 発明者 富川 義朗

山形県米沢市林泉寺2丁目2番地3-1号

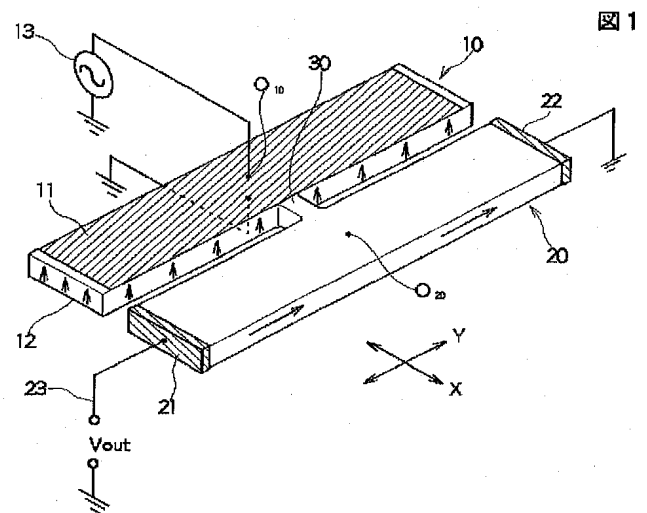
(74) 代理人 弁理士 野▲崎▼ 照夫

(54) 【発明の名称】 圧電振動子

(57) 【要約】

【課題】 従来の圧電トランスを構成する圧電振動子では、入力パワーに限界があり、また昇圧率にも限界があった。

【解決手段】 第1の振動子10と第2の振動子20とが、結合部30により連結されている。第1の振動子10の表面の全域に入力側電極11が形成されて、第1の振動子10に大きな駆動電力が与えられ、第1の振動子10が縦振動を生じる。この縦振動が第2の振動子20に伝達され、第2の振動子20も縦振動を生じる。この縦振動により、電極21と22との間に、昇圧された電圧が取り出される。第2の振動子20は、全体が出力用として機能するため、高インピーダンスにて昇圧された電圧が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電材料で形成されて縦方向の寸法が幅方向の寸法よりも長い第1の振動子と、圧電材料で形成された前記第1の振動子と同形状の第2の振動子と、両振動子が長手方向を平行に向けて並べられた状態で両振動子の振動の節を結ぶ線上で前記両振動子を結合する結合部と、第1の振動子に形成された駆動側電極に交流電力を与えて第1の振動子と第2の振動子の双方を伸縮振動させる駆動電源部と、前記第2の振動子の伸縮振動による発電電力を取り出す出力側電極と、が設けられていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項2】 第1の振動子は、駆動側電極に与えられた交流電力により横効果による縦振動が励起されるものであり、第2の振動子は、縦効果により前記出力側電極から増圧された発電電圧が取り出されるものである請求項1記載の圧電振動子。

【請求項3】 前記駆動側電極に与えられる所定周波数の駆動電力により、第1の振動子が長手方向に伸びたときに第2の振動子が長手方向に縮むモードで両振動子が伸縮振動する請求項1または2記載の圧電振動子。

【請求項4】 前記駆動側電極に与えられる所定周波数の駆動電力により、第1の振動子が長手方向に伸びたときに第2の振動子が長手方向に伸びるモードで両振動子が伸縮振動する請求項1または2記載の圧電振動子。

【請求項5】 入力側電極と出力側電極の少なくとも一方が、振動子の振動の節の部分に形成されており、リード線が、振動の節の部分で前記電極に接続されている請求項1ないし4のいずれかに記載の圧電振動子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、昇圧用などの圧電トランス、圧電フィルター、振動型ジャイロスコープなどとして使用されるものであり、特に複数の振動子に伸縮振動を生じさせるようにした圧電振動子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図7は従来の圧電トランスに用いられる振動子を示す斜視図である。この圧電トランスでは、圧電材料で形成された平板型の振動子1の入力部2が厚み方向に分極されて、表裏両面に入力側電極3が設けられている。この入力側電極3に与えられる駆動電圧により、横効果モードの電気機械結合係数 $K_{31}$ による縦振動が励起される。発電部4では、端面に出力側電極5が設けられており、縦効果モードの電気機械結合係数 $K_{33}$ により、出力側電極5からインピーダンスに応じて昇圧された電圧が取り出される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図7に示す従来の圧電トランスには、以下に示す問題点がある。

(1) 入力側電極3は、振動子1の平面形状のほぼ半分の領域にしか形成されていないため、圧電振動子に与え

られる駆動用の入力電力に限界があり、大きいパワーによる駆動ができない。

(2) 同様に、出力部の縦方向の長さを大きくすることに限界があるため、出力インピーダンスを高くすることに限界があり、圧電トランスとしての電圧の昇圧率に限界がある。

(3) 縦振動の周波数が振動子1の寸法により一義的に決められてしまうため、駆動周波数の選択性がない。

(4) 出力側電極5が、縦振動の振幅の大きい部分に形成されているので、この出力側電極5に接続されるリード線に作用する応力が大きく、断線などが生じやすい。

【0004】本発明は上記従来の課題を解決するものであり、大きいパワーによる駆動が可能で、また圧電トランスとして使用したときの昇圧率が大きくでき、且つ駆動周波数に選択性があり、さらに振動の節の部分にリード線を接続して断線を防止することが可能な圧電振動子を提供することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、圧電材料で形成されて縦方向の寸法が幅方向の寸法よりも長い第1の振動子と、圧電材料で形成された前記第1の振動子と同形状の第2の振動子と、両振動子が長手方向を平行に向けて並べられた状態で両振動子の振動の節を結ぶ線上で前記両振動子を結合する結合部と、第1の振動子に形成された駆動側電極に交流電力を与えて第1の振動子と第2の振動子の双方を伸縮振動させる駆動電源部と、前記第2の振動子の伸縮振動による発電電力を取り出す出力側電極と、が設けられていることを特徴とするものである。

【0006】例えば、第1の振動子は、駆動側電極に与えられた交流電力により横効果による縦振動が励起されるものであり、第2の振動子は、縦効果により前記出力側電極から増圧された発電電圧が取り出されるものである。

【0007】前記において、前記駆動側電極に与えられる所定周波数の駆動電力により、第1の振動子が長手方向に伸びたときに第2の振動子が長手方向に縮むモードで両振動子が伸縮振動する。

【0008】または、前記駆動側電極に与えられる所定周波数の駆動電力により、第1の振動子が長手方向に伸びたときに第2の振動子が長手方向に伸びるモードで両振動子が伸縮振動するものとなる。

【0009】前記において、入力側電極と出力側電極の少なくとも一方が、振動子の振動の節の部分に形成されており、リード線が、振動の節の部分で前記電極に接続されていることが好ましい。

【0010】本発明では、例えば長方形、長円形などのように縦方向が長い振動子が複数個例えば2個使用され、この振動子が長手方向を平行に向けた状態で、振動子の節どうしが結合部により結合されている。

【0011】そして、両振動子は、一方が伸びているときに他方が縮むモードで縦振動（伸縮振動）を起し、あるいは両振動子が同時に伸びて同時に縮むモードで縦振動（伸縮振動）を生じるように駆動される。

【0012】この圧電振動子では、駆動側の振動子と出力側（検出側）の振動子が別体であるため、入力側電極を第1の振動子に広い面積で形成することができ、入力パワーを大きくできる。また、出力側では、例えばインピーダンスを高くできて、圧電トランスとして用いたときに、昇圧率の高い出力を得ることができる。

【0013】また、第1と第2の振動子が逆の位相で伸縮するモードと、同時に伸縮するモードの2つのモードでの駆動が可能であるため、異なる駆動周波数で駆動することができ、使用周波数帯域を広くできる。

【0014】また、それぞれの振動子は、平面での中心部に振動の節が形成されるため、この振動の節の部分にリード線を接続すると、リード線の接続部に応力が発生せず、リード線の断線を防止できる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】図1は本発明の圧電振動子を圧電トランスとして使用したものを示す斜視図、図2は図1に示す圧電振動子の等価回路図、図3（A）（B）は振動モードを示す平面図である。図1に示す圧電トランスは、圧電セラミックなどの圧電材料で形成された平板型の第1の振動子10と第2の振動子20を有している。両振動子10と20は共に平面が長方形であり、振動子10と20の形状寸法は全て同じである。

【0016】第1の振動子10は、長方形の重心となる中心点O10が振動の節となり、第2の振動子20も、長方形の重心となる中心点O20が振動の節となる。両振動子10と20は、長辺が互いに平行な状態で結合部30により互いに結合されている。この結合部30は、第1の振動子10の振動の節となる中心点O10と、第2の振動子20の振動の節となる中心点O20とを結ぶ線上に延びている。

【0017】第1の振動子10は、その全域において厚み方向が誘電分極方向（矢印参照）であり、第2の振動子20は、その全域において誘電分極方向が長辺方向

（Y方向）である（矢印参照）。第1の振動子10の表面のほぼ全面に入力側電極11が形成され、裏面のほぼ全面には前記入力側電極11と対向する接地電極12が形成されている。前記入力側電極11と接地電極12との間に、交流駆動電源部13から交流駆動電圧が与えられる。

【0018】第2の振動子20では、長手方向の一方の端面に出力側電極21が形成され、他方の端面に接地電極22が形成されている。出力側電極21と接地電極22は共に小面積で対向し且つ対向距離が長いため、高インピーダンスの出力部が形成されている。よって、出力側電極21に接続されたリード線23と接地電位との間

に、昇圧された出力電圧（Vout）が得られる。

【0019】図3（A）（B）は、前記圧電振動子の振動モードを模式的に示している。交流駆動電源部13から入力側電極11に所定の周波数の交流駆動電圧が与えられると、厚み方向に分極された第1の振動子10に、電気機械結合係数K31の横効果モードにより、縦振動（平面的な伸縮振動）が励起される。第1の振動子10の縦振動では、ポアソン比に応じて、長手方向（Y方向）および幅方向（X方向）に歪みを生じる。このときの幅方向（X方向）の歪みは結合部30から第2の振動子20に及び、第2の振動子20にも縦振動が励起される。

【0020】このときの圧電振動子全体の振動モードとしては、図3（A）に示すように、第1の振動子10が縦方向（Y方向）へ伸びたときに第2の振動子20が縦方向（Y方向）に縮むモード、すなわち第1の振動子10と第2の振動子20が互いに逆の位相で伸縮するモードと、図3（B）に示すように、第1の振動子10が縦方向（Y方向）へ伸びたときに、第2の振動子20が同時に縦方向に伸びるように、第1の振動子10と第2の振動子20が同じ位相で伸縮するモードとがある。

【0021】図3（A）に示す振動モードと、図3

（B）に示す振動モードとは、共振周波数が相違し、図4に示すように、図3（A）に示す振動モードでの周波数（振動数） $f_1$ は、図3（B）に示す振動モードでの周波数（振動数） $f_2$ よりも低くなる。また図3

（A）に示す振動モードと図3（B）に示す振動モードの双方において、第1の振動子10の振動の節は前記中心点O10で、第2の振動子20の振動の節も前記中心点O20である。すなわち第1の振動子10と第2の振動子20とが、振動の節どうしで結合されていることにより、両振動子10と20に図3（A）（B）に示すモードの振動を励起しやすくなる。第2の振動子20では、縦方向（Y方向）の端部に出力側電極21と接地電極22が形成されているために、出力インピーダンスが高くなっている。よって電極21と22との間に、縦効果モードの電気機械結合係数K33により発電された昇圧された電圧が出力される。

【0022】図2に示す等価回路図において、Cd1は入力側である第1の振動子10の制動容量、Cd2は出力側である第2の振動子20の制動容量、 $m_1$ 、 $s_1$ 、 $r_1$ は、第1の振動子10を構成する圧電素子の等価質量、等価スチフネス、等価共振抵抗、 $m_2$ 、 $s_2$ 、 $r_2$ は、第2の振動子20を構成する圧電素子の等価質量、等価スチフネス、等価共振抵抗である。A1は第1の振動子10の機械定数、A2は第2の振動子20の機械定数である。図2の中央部には、前記結合部30が示されている。この結合部30の等価スチフネスは、第1の振動子10と第2の振動子20とのポアソン比および、結合部30の構造などの要件により決められる。

【0023】図1に示す圧電振動子で構成された圧電トランスでは、図2に示す等価回路に示されるように、結合部30の結合抵抗が比較的小さいために、図3(A)

(B)に示すようなモードの振動を励起しやすく、結果的に入力インピーダンスを低くできる。また、図3

(A)に示す振動モードと図3(B)に示す振動モードとで共振周波数(固有振動数)が $f_1$ と $f_2$ のように相違するため、使用周波数帯域を広くできる。また、第1の振動子10は、全体が駆動側の振動子として機能するために、入力側電極11を第1の振動子10に対して広い面積で形成できる。したがって、第1の振動子10に与えられる入力電力を大きくできる。また第2の振動子20は、全体が出力側の振動子として機能するため、例えば図1に示すように、長手方向の両端面に出力側の電極21と22を形成することができる。よって制動容量 $C_d$ を小さくして出力インピーダンスを高くし、トランスとしての昇圧比を高くすることも可能である。

【0024】図5は前記圧電振動子の他の実施の形態を示す斜視図である。図5に示すものでは、第1の振動子10の裏面に入力側電極11が形成されて、交流駆動電源部13が接続されている。第1の振動子10の表面には接地電極12が形成されている。この第1の振動子10では、接地電極12と入力電極11との間で厚み方向に分極されている。前記接地電極12は、第2の振動子20の表面の周縁部に延びて、第2の振動子20側の接地電極12aとなっている。第2の振動子20の表面の中央には、Y方向に延びる出力側電極21が形成されている。そして第2の振動子20では、接地電極12aと出力側電極21との間で幅方向(X方向)に分極されている。

【0025】図5に示すものでは、第1の振動子10と第2の振動子20の双方において全ての電極が、振動の節となる中心点O10と、中心点O20を通過している。よって、交流駆動電源部13や出力部や接地電位を設定するリード線23を全て中心点O10と中心点O20に接続することができる。よってリード線の接続部が振動の節となり、応力が作用しないため、断線などの心配がなくなる。

【0026】図6(A)は、図1および図5に示した圧電振動子の支持装置の一例を示す平面図、図6(B)はその側面図である。図1および図5に示す圧電振動子は、第1の振動子10が駆動用であり、そのほぼ全面に入力側電極11が形成され、第1の振動子10に大きな駆動力が与えられるものとなっている。したがって、駆動時に第1の振動子10と第2の振動子20に与えられる振動歪みがかなり大きくなり、内部応力が増大して、振動子10と20が破損する恐れもある。

【0027】そこで、図6に示す支持装置では、各振動子10と20の長手方向の両端面が弾性体により支えられたものとなっている。支持台40の上に設けられた絶

縁性の支持部44により圧電振動子が支持されている。支持台40の両端部には支持壁41、41が設けられ、各支持壁41、41にねじ42、42、…が螺装されており、このねじ42、42に弾性体43、43が設けられている。この弾性体43、43はゴムなどである。前記ねじ42の締め付け力を調整し、弾性体43により、第1の振動子10と第2の振動子20の双方の幅方向の中心を適度な力で弾性的に押圧することができるようになっている。

【0028】この弾性押圧により、第1の振動子10と第2の振動子20が大きな振動歪みにて駆動されるときに、この歪みが過大にならないように抑制され、振動子の破損が防止できる。また弾性体43として板ばねを使用し、この板ばねの間に振動子10と20が挟まれる構造でもよい。また前記弾性体43または板ばねを導電性材料で形成して、図1に示す電極21と22に圧接させ、前記弾性体43または板ばねをリード線の代わりに使用してもよい。

【0029】なお、図1および図5に示す例では、第1の振動子10と第2の振動子20が1個ずつ設けられ、両振動子10と20とが結合部30で連結された2個の振動子が1組の構成になっているが、例えば第2の振動子20の両側に結合部30を介して第1の振動子10がそれぞれ接続された3個の振動子が1組の構造、あるいは第1の振動子10と第2の振動子20が結合部30を介して互い違いに連結された4個1組の構造であってもよい。あるいはさらに複数個の振動子が接合されたものであってもよい。この場合に隣接する振動子が互いに同じ位相で振動してもよいし、または隣接する振動子が互いに逆の位相で震動してもよい。

【0030】また、前記本発明の振動子は、圧電フィルターとしても使用できる。この場合に図4に示すように、周波数の通過帯域を広くできる。また、この圧電振動子を振動型ジャイロスコープとして使用することができる。この場合に、第2の振動子20の振動方向と直交する方向へコリオリ力による曲げ力が作用したときに、この曲げ力を検出すればよい。

#### 【0031】

【発明の効果】以上のように、本発明の圧電振動子は、大きな駆動力により駆動でき、また駆動周波数に選択性を持たせることができる。また、圧電トランスとして使用したときの昇圧率を高くできる。

【0032】また、振動の節の部分にリード線を接続して、断線を防止できるようにすることも可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の圧電振動子で圧電トランスを構成した例を示す斜視図、

【図2】図1に示す圧電振動子の等価回路図、

【図3】(A)(B)は、それぞれ振動モードを示す平面図、

【図4】図3に示す各振動モードでの周波数を示す線図、

【図5】本発明の第2の実施の形態の圧電トランスを構成した圧電振動子の斜視図、

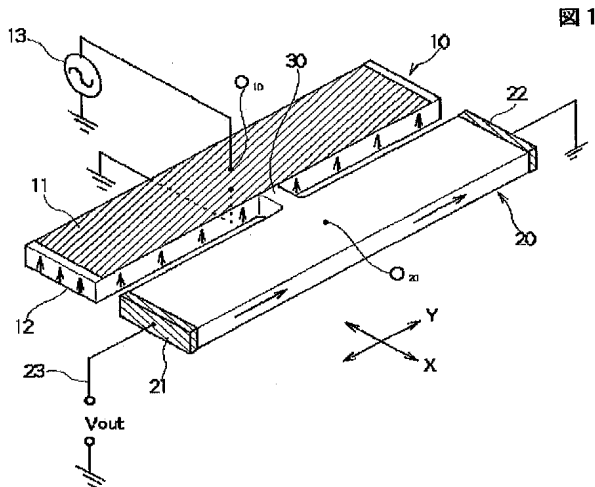
【図6】(A)は圧電振動子の支持装置の平面図、  
(B)はその側面図、

【図7】従来の圧電トランスの斜視図、

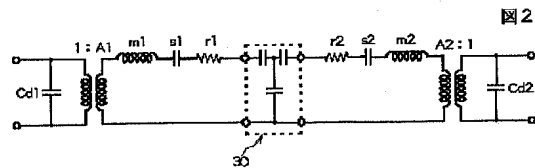
【符号の説明】

- \* 10 第1の振動子
- 11 入力側電極
- 12 接地電極
- 13 交流駆動電源部
- 20 第2の振動子
- 21 出力側電極
- 22 接地電極
- \* 30 結合部

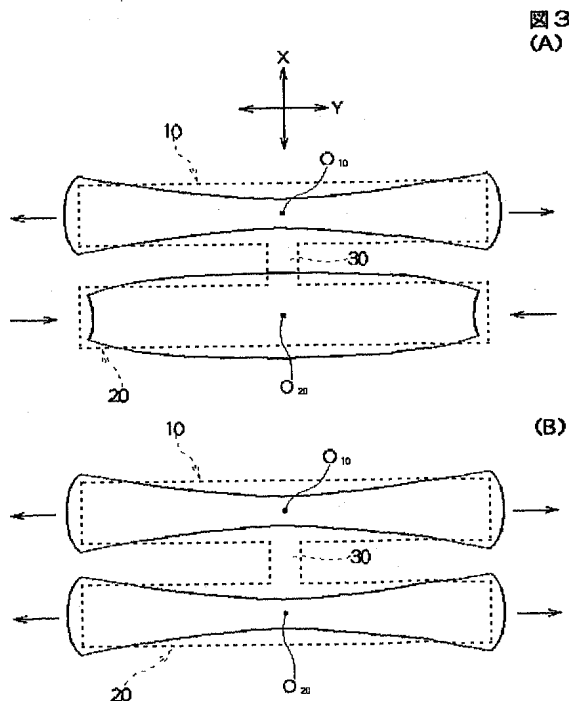
【図1】



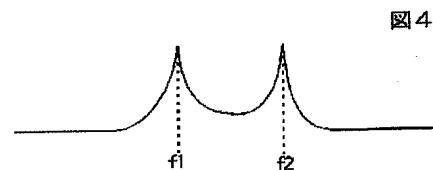
【図2】



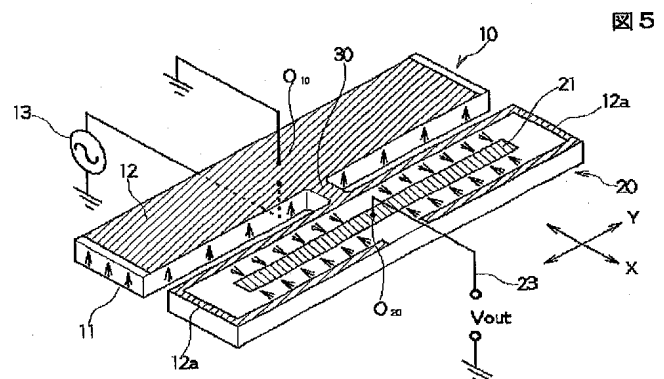
【図3】



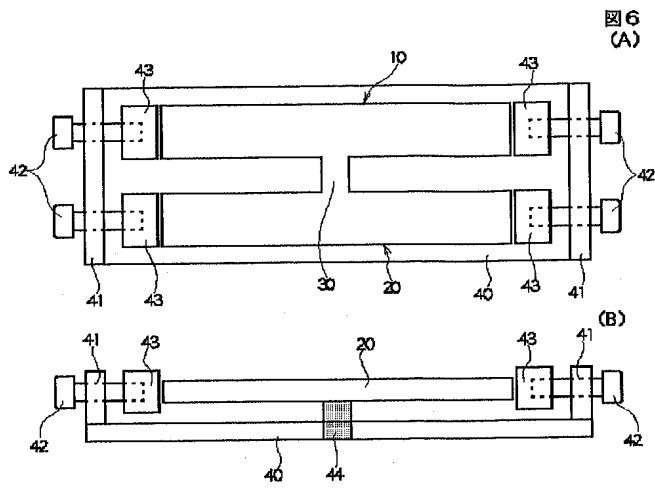
【図4】



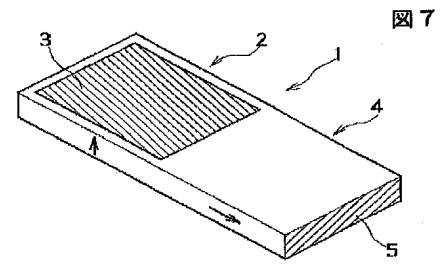
【図5】



【図6】



【図7】



(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10308543 A**

(43) Date of publication of application: **17 . 11 . 98**

(51) Int. Cl.

**H01L 41/107**

(21) Application number: **09118378**

(22) Date of filing: **08 . 05 . 97**

(71) Applicant: **ALPS ELECTRIC CO  
LTD TOMIKAWA YOSHIRO**

(72) Inventor: **ONISHI KAZUMASA  
TOMIKAWA YOSHIRO**

**(54) PIEZOELECTRIC VIBRATOR**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the input power of a piezoelectric transducer and increase the boosting rate, by arraying both vibrators in parallel to the longitudinal direction, and expanding, compressing and vibrating the vibrators.

**SOLUTION:** A first vibrator 10 and a second vibrator 20 are connected to each other by a connection part 30. An input side electrode 11 is formed on the entire surface of the first vibrator 10 and a large driving power is supplied to the first vibrator 10, thus generating longitudinal vibration of the first vibrator 10. This longitudinal vibration is transmitted to the second vibrator 20, thus generating longitudinal vibration of the second vibrator 20, too. By this longitudinal vibration, a boosted voltage is taken out between electrodes 21 and 22. Since the second vibrator 20 as a whole functions for output, a voltage boosted at a high impedance is obtained.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

